DIE BEDEUTUNG DER BAKTERIEN IM HAUSHALTE DER NATUR.

VORTRAG,

GEHALTEN IN DER

GENERALVERSAMMLUNG DES NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE

AM 13. DECEMBER 1894 IN WIESBADEN

VON

Dr. med. GEORG FRANK
(WIESBADEN).



Hochansehnliche Versammlung.

Meine Herren! Legen wir uns die Frage vor, in welches Gebiet des Naturreiches die Bakterien gehören, so weisst uns der ganze Lebensprozess dieser Gebilde, ihre morphologische Erscheinung und ihr biologisches Verhalten darauf hin, dieselben den Pflanzen, zuzuzählen. Sehen wir uns nun um, von welchen Berufskreisen die Erforschung des Bakterienlebens betrieben wird, so finden wir neben den Botanikern noch Angehörige der allerverschiedensten und heterogensten Ständen: Aerzte, Bierbrauer, Landwirthschaftler, Industrielle, Chemiker etc. mit diesen Arbeiten beschäftigt. Aus diesem Interesse, welches so verschiedengestellte Berufskreise, neben den Männern der reinen Wissenschaft auch Angehörige des praktischen Lebens, an den Bakterien nehmen, dürfen wir den Schluss ziehen, dass nicht immer die wissenschaftliche Erforschung der Bakterien allein, sondern auch mehr praktische Erwägungen und Beziehungen diese Personen zu dem Studium der Bakterien hingeführt hat.

Die Kenntniss von der Existenz der Bakterien ist eine relativ noch junge. Dieselbe ist uns erst geworden durch die Erfindung der Vergrösserungslinsen, des Mikroskopes. Vor wenig mehr wie 200 Jahren wurden zum ersten Male Bakterien gesehen und beschrieben von dem grossen Philosophen und Naturforscher Leeuwenhoek. In den ersten Zeiten nach der Leeuwenhoek'schen Entdeckung sind in der weiteren Erkenntniss der Bakterien nur geringe Fortschritte gemacht worden. Es hängt dies mit der mehr spekulativen Richtung der damaligen Naturforschung zusammen, welche die Beobachtung gegenüber der philosophischen Erörterung fast vollständig vernachlässigte. Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde den Bakterien grössere Aufmerksamkeit zu Theil. Aber auch dies Mal noch war die Veranlassung, dem Bakterienleben näher zu treten, eine rein wissenschaftlich allgemeine Frage. Das Studium der Bakterien wurde verknüpft mit der Lehre von der Ur-

zeugung: ob es nämlich möglich sei, dass lebende Wesen aus nicht belebter oder abgestorbener Materie entstehen können.

Sie wissen, dass bei naturwissenschaftlich Ungebildeten, im Volke, auch heute noch die Anschauung von der Entstehung belebter Wesen, wie: Fliegen, Würmer etc. aus todten, faulenden Substanzen besteht. Aristoteles nahm noch an, dass Frösche, Kröten und ähnliche kleinere Thiere auf dem Wege der Urzeugung entstünden. Mit der fortschreitenden Naturerkenntniss wurden die Lebewesen, welche diesen Ursprung nehmen sollten, immer kleiner und kleiner; und zuletzt klammerte sich die Lehre von der Urzeugung an diese allerkleinsten, nur durch das Mikroskop noch erkennbare Lebewesen, die Bakterien an.

In der Bekämpfung oder Begründung dieser Lehre von der Urzeugung betheiligten sich die grössten Naturforscher der letzten 100 Jahren; ich will nur die Namen von Reaumur, Needham, Spallanzani, Lavoisier, Schleyden, Schwann, Hoffmann, Helmholtz, erwähnen. Dieser Streit wurde zu Ausgang der 50er Jahre beendigt durch die Untersuchungen des französischen Forschers Louis Pasteur. Im Anschluss an diese Untersuchungen, welche die Lehre von der Urzeugung gründlich und definitiv widerlegt haben, wies Pasteur nach, dass eine Reihe höchst merkwürdiger Vorgänge, die Gährung, Fäulniss und ähnliche, durch die Lebensthätigkeit von Bakterien oder ihnen nahestehender Organismen hervorgerufen würden. Wohl hatten schon frühere Forscher die Anwesenheit von Bakterien bei diesen Vorgängen erkannt, und daraus auf den Zusammenhang geschlossen, dass diese Vorgänge durch die Lebensthätigkeit der Bakterien hervorgerufen würden. Aber sie hatten diese Anschauungen niemals zum Beweise erheben können. Damals gerade lehrte der grösste Chemiker seiner Zeit, Liebig, dass Fäulniss und Gährung entstünden durch molekulare Bewegung der faul- resp. gährfähigen Substanz. Dass sich bei diesen Prozessen Bakterien und verwandte Gebilde zeigten, sei für den Eintritt und Fortgang derselben vollständig gleichgiltig. Die Anwesenheit der Bakterien bei Fäulniss und Gährung sei ein rein zufälliges Ereigniss. Sie könnten auf den in Zersetzung begriffenen Substanzen wohl gedeihen, niemals aber diese Prozesse erregen und unterhalten. Pasteurs Arbeiten der nächstfolgenden Jahre widerlegten diese Anschauungen Liebigs und bauten seine Lehre von der Erregung der Gährung und Fäulniss durch Bakterien, in praktischer wie auch theoretischer Richtung weiter aus.

Von Anfang an übten die Pasteur'schen Arbeiten einen gewaltigen Einfluss aus auf den Vorstellungskreis der Aerzte. Die Anschauung, dass manche Krankheiten eine grosse Aehnlichkeit mit Fäulnissprozessen haben, war dem medicinischen Denken schon lange vertraut. Finden sich ja schon seit ältester Zeit medicinische Bezeichnungen, die auf solchen Zusammenhang hindeuten, wie Faulfieber, Putrescenz und ähnliche. Wenige Jahre vor dem Bekanntwerden der Pasteur'schen Lehren hatte ein deutscher Thierarzt, Pollender in Mülheim a. Rh., im Blute kranker und verendeter Schafe und Rinder ähnliche Gebilde gefunden und in ihrer Bedeutung erkannt, wie solche auch bei der Fäulniss vorkommen. Durch Pasteurs Untersuchungen über die Urzeugung, über Gährung und Fäulniss sind also die ersten Forschungen der Aerzte über die Beziehungen zwischen Bakterien und Krankheiten angeregt und geleitet worden. Pasteur selber hat sich zu dieser Zeit mit medicinischen Fragen nicht beschäftigt. Ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniss der Krankheitsprozesse ist jedoch durch diese ersten bakteriologischen Arbeiten der Aerzte nicht erzielt worden. Wohl waren schon nach wenigen Jahren für alle Krankheiten Bakterien oder ähnliche Lebewesen gefunden und benannt worden; aber diese Entdeckungen haben allgemeine Anerkennung niemals zu finden vermocht. Und dies mit Recht. Heute sind die meisten dieser Angaben als irrig erkannt.

Die bakteriologische Forschung in der Medicin auf richtige Wege geleitet zu haben, ist unbestritten das Verdienst Robert Kochs. Ausser einer grossen Reihe eigener und der bedeutendsten wissenschaftlichen Entdeckungen hat er auch dadurch die bakteriologische Wissenschaft in so hohem Maasse gefördert, dass er einfache und sichere Methoden zum Arbeiten geschaffen hat. Die früheren, von Pasteur hauptsächlich eingeführten Methoden geben nur in den Händen sehr exakter und kritisch denkender Arbeiter richtige Resultate. Die vielen Irrthümer der vorhergegangenen Jahre sind zum Theil erklärbar in der Schwierigkeit, diese Methoden zu beherrschen und zu verwerthen. Die heute allgemein, auch von der Pasteur'schen Schule bevorzugten Koch'schen Methoden sind viel leichter zu lernen, einfacher zu handhaben und in ihren Resultaten sicherer zu beurtheilen.

So ist es Koch's Verdienst, dass es möglich geworden ist, in relativ sehr kurzer Zeit für eine Reihe der wichtigsten Krankheiten den sicheren Nachweis zu führen, dass dieselben dadurch entstehen, dass bestimmte Bakterien in den Körper eindringen. Ihnen allen ist es

bekannt, dass die Tuberkulose, die Cholera, die Diphtherie, der Typhus, die Wundinfektionskrankheiten und ebenso eine grosse Anzahl von Thierkrankheiten: Rotz, Schweinerothlauf, Milzbrand etc. durch Bakterien hervorgerufen werden. Ich will aber auch nicht unterlassen, an dieser Stelle darauf aufmerksam zu machen, dass nicht alle Krankheiten durch Bakterien bedingt sind; wie wohl mancher geglaubt haben mag, als sich diese bakteriologischen Entdeckungen in der Medicin Schlag auf Schlag folgten, ebensowenig wie, dass alle Bakterien Krankheiten erzeugen können. Im Gegentheil sind es die wenigsten Bakterien, nur Ausnahmen, welche ausgesprochen krankheitserregende Eigenschaften besitzen.

Fragen wir uns nun, hat diese wissenschaftliche Erkenntniss, dass gewisse Krankheiten nur durch Bakterien hervorgerufen werden, auch für die praktische Medicin eine Bedeutung gehabt, so muss dies auf's allerentschiedenste und nachdrücklichste bejaht werden. Die praktische Medicin bewegt sich in zwei, anscheinend sehr verschiedenen Richtungen; in erster Linie ist sie bestrebt, Krankheiten zu verhüten, in zweiter, die schon ausgebrochenen Krankheiten zu heilen.

Gerade auf dem Gebiete der Hygiene, der Lehre von der Krankheits-Verhütung ist die Entwickelung der Bakteriologie von der allerweittragendsten Bedeutung geworden. Seitdem wir die Krankheitserreger von dem erkrankten Körper trennen können, vermögen wir dieselben auch ausserhalb des menschlichen Körpers auf ihre Lebenseigenschaften zu prüfen und zu studiren. Indem wir dieselben den verschiedensten Lebensbedingungen aussetzen, stellen wir so fest, welche äussere Einflüsse auf das Gedeihen derselben förderlich einwirken, welche andere das Leben derselben beeinträchtigen und vernichten. Durch diese Untersuchungen sind unsere Vorstellungen über die Fortpflanzung der Krankheiten von Mensch zu Mensch wesentlich verbessert worden; wir haben Mittel, chemische und physikalische, kennen gelernt, um die Bakterien auch ausserhalb des menschlichen Organismus zu vernichten, und so die Weiterverbreitung der durch sie bedingten Krankheiten zu verhüten.

Als im Jahre 1830 die Cholera zum ersten Male von Russisch-Polen aus Preussen bedrohte, glaubte man durch Grenzsperren, indem man den Verkehr mit dem verseuchten Lande aufhob, die Einwanderung der Krankheit verhüten zu können. Heute hält man diese Massregeln für unnöthig. Gelänge es wirklich, jeden Verkehr, sowohl den

menschlichen als auch den mit Waaren, zwischen zwei Landstrichen, welche eine grosse gemeinschaftliche Landgrenze haben, aufzuheben, so wären diese Sperrmassregeln vielleicht begründet. Alle Erfahrungen aber haben gelehrt, dass eine solche vollständige Absperrung undurchführbar ist. Heutzutage unterlässt man deswegen alle derartige Massregeln, man sucht und findet den besten Schutz gegen die Cholera und ähnliche Krankheiten in guten sanitären Einrichtungen im eigenen Lande. In früheren Zeiten galt der Verkehr mit Cholerakranken für gefährlich; man glaubte, dass die Atmosphäre um den Cholerakranken herum mit Cholerakeimen geschwängert sei. Der Arzt hielt sich deswegen am Bette des Cholerakranken einen mit Essigsäure getränkten Schwamm vor den Mund. Heute weiss man, dass die Cholerabacillen nur im Darm des Kranken vorkommen; man behandelt desshalb die Entleerungen desselben mit Vorsicht, um sich nicht zu inficiren, man übergiesst sie mit Desinfectionsmitteln, um die Weiterverbreitung der Krankheit zu verhüten. Im Uebrigen aber hält man den Verkehr mit dem Cholerakranken für absolut ungefährlich. Es bringt keine Gefahr und beweist auch keinen Muth, den Cholerakranken zu besuchen und zu pflegen.

Die Schwindsucht, Lungentuberkulose, hielt man früher meistens für eine ererbte Krankheit. Man glaubte, dass die Schwindsucht direkt von den Eltern auf die Kinder durch die Zeugung weiter übertragen würde. Heute ist man anderer Ansicht. Die Schwindsucht wird in den allerseltensten, nur in Ausnahmefällen, direkt im Zeugungsakte mit übertragen, sie wird fast ausnahmslos im späteren Leben durch Contagion wie andere Krankheiten erworben. Die Erreger der Schwindsucht, die sogenannten Tuberkelbacillen, finden sich im Auswurfe des Kranken häufig in sehr grosser Menge. Wird dieser Auswurf nicht sachgemäss behandelt, so kann er eintrocknen. Die Tuberkelbacillen behalten auch im ausgetrockneten Zustande ihre Lebensfähigkeit, ihre Virulenz bei. Sie können dann verstäubt, der Luft beigemischt werden und so mit der eingeathmeten Luft in die Lungen noch Gesunder eindringen. Es ist desswegen vollkommen berechtigt, von jedem Schwindsüchtigen zu verlangen, dass er seinen Auswurf so behandelt, dass keine Eintrocknung und Verstaubung in die Luft stattfinden kann.

Die bakteriologische Forschung hat neue Methoden und Mittel gefunden, Bakterien sicher zu vernichten. Alte Desinfectionseinrichtungen, welche nicht im Stande waren, selbst grössere Lebewesen, wie

sie gelegentlich in den Kleidern vorkommen können, zu tödten, sind jetzt verlassen: an ihre Stelle sind andere getreten, die mit Sicherheit alle Infectionskeime vernichten und die Träger derselben, auch die subtilsten Sammet- und Seidenstoffe, nicht beschädigen.

Auf dem Gebiete der Heilkunde hat die bakteriologische Forschung den ersten grossen Fortschritt der Chirurgie gebracht. Ihnen Allen ist der Name des grossen englischen Chirurgen Lister bekannt. Früher war man allgemein, Aerzte wie Laien, der Ansicht, dass jede Wunde eitern müsse, um auszuheilen, dass fieberhafte Zustände den Heilprozess begleiten müssten. Lister hat diese Anschauung gründlichst widerlegt und die Richtigkeit der entgegengesetzten bewiesen, dass auch die grössten Wunden ohne Eiterung und Fieber heilen können, dass Eiterung und Fieber accidentell seien, bedingt durch das Hineingelangen von Bakterien in die Wunden. Um die Bakterien von den Wunden fernzuhalten, also eine Heilung ohne jede Störung, ohne Eiterung und Fieber zu erzielen, hat er besondere Vorsichtsmassregeln bei den Operationen, einen sehr difficilen auf's peinlichste ausgedachten Verband nach den Operationen angegeben. Die grossartigen Erfolge: rasche fieberfreie Verheilung grosser Wunden, kühne Operationen, welche Lister nach Einführung seiner Methoden erzielte, haben die Richtigkeit seiner Ansichten zur allgemeinen Geltung gebracht. Der ursprüngliche von Lister selber angegebene Verband war sehr complicirt, er ahmte genau alle jene Vorsichtsmassregeln nach, welche Lister auch bei seinen bakteriologischen Untersuchungen beobachtete. Lister, und die meisten Chirurgen mit ihm, waren damals der Ansicht, dass die Hauptgefahr für den Heilverlauf der Wunden durch eine Luftinfection drohe; alle seine Massregeln zielten darauf, die Luftkeime von den Wunden fernzuhalten oder zu vernichten. Die tiefere Erkenntniss des Bakterienlebens, welche uns die letzten Jahre gebracht haben, hat jedoch gezeigt, dass diese Anschauung Listers irrthümlich gewesen ist. Von der Luft wandern Bakterien nur sehr selten in den Körper ein; durch Contagion, durch Berührung werden sie in den meisten Fällen eingebracht. Viele Massregeln, auf deren Durchführung Lister in der ersten Zeit einen grossen Werth gelegt hat, sind als zwecklos und überflüssig heute bei Seite gethan. Der Lister'sche Verband, wie er auch jetzt noch seinem Begründer zu Ehren genannt wird, ist sehr viel einfacher geworden, er gleicht durchaus nicht mehr dem ursprünglichen complicirten. Verletzungen, wie schwere Knochenbrüche mit Zerreissung der Haut,

galten früher für lebensgefährlich. Viele Chirurgen trugen schon frühzeitig das verletzte Glied ab; denn damit war die Infectionsgefahr, welche von der offenen Wunde das Leben bedrohte, beseitigt. Heute ist eine solche Verletzung nicht mehr so besorgnisserregend; in den meisten Fällen heilt sie aus ohne Fieber und sonstige Störung. Chirurgische Eingriffe können heute vorgenommen werden, welche früher wegen der Gefahr der Wundinfection unmöglich gewesen wären. Krankhafte Zustände kann der Chirurg auf diesem Wege beseitigen, die er früher zum Nachtheile der damit Behafteten hat bestehen lassen müssen.

Anscheinend geringere Fortschritte hat die Bakteriologie auf dem Gebiete der inneren Medicin zu Wege gebracht. Ich sage blos: anscheinend. Denn auch hier bewahrheitet sich die unumstösslich richtige Lehre, dass eine tiefere Erkenntniss der Dinge auch zu einer sachgemässeren Behandlung derselben führt. Indem wir bei zweifelhaften Erkrankungen den Nachweis der specifischen Erreger: der Tuberkel-, Cholera-, Diphtheriebacillen führen, ermöglichen wir dadurch eine rechtzeitige Diagnose und richtige Therapie.

In jüngster Zeit hat sich in der Bakteriologie eine Richtung emporgearbeitet, welche neue Heilmethoden und neue Heilmittel aufsucht. Es ist wiederum das Verdienst Pasteurs als erster, der bakteriologischen Forschung diesen Weg eröffnet zu haben. Sie wissen, dass es Krankheiten gibt, welche fast jeder Mensch, die meisten aber nur einmal im Leben durchmachen. Man sagt, nach dem Ueberstehen dieser Krankheit sei der Betreffende immun geworden. Solche Immunität auf künstlichem Wege, durch Einimpfen von Krankheitsprodukten, zu verleihen, hat man zuerst wohl in China vor mehreren Jahrhunderten schon gegen die Blatternkrankheit versucht. Die Kenntniss von diesem Verfahren ist im vorigen Jahrhundert nach Europa gekommen. Man hat diese Einimpfung eine Zeit lang ausgeübt, dann aber wurde sie wieder aufgegeben, weil durch diese Impfungen der Blattern selber die schwere Seuche sehr häufig weiter verbreitet wurde. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hat dann der englische Arzt Jenner die Beobachtung gemacht, dass eine gewisse Thierkrankheit auch auf Menschen übertragbar sei und dass diese Personen dann immun seien gegen die Blattern, ebenso wie nach dem Ueberstehen der echten Blattern selber. Aus dieser mehr zufälligen Beobachtung hat es Jenner verstanden, ein Schutzmittel gegen die Blatternkrankheit zu ergründen, die heutigen Tages sogenannte Vaccination. Auf diese Entdeckung Jenners fussend, ist es nun Pasteur gelungen, Schutzimpfungen zu

finden gegen andere Krankheiten, wie Milzbrand, Schweinerothlauf, die Tollwuth. Der Milzbrand kommt bei uns zu Lande fast nur bei Thieren vor, der Schweinerothlauf ist eine ausschliessliche Thierkrankheit. Die Tollwuth ist in Deutschland eine sehr seltene Krankheit geworden und in den letzten Jahren bei Menschen nicht mehr vorgekommen. Gegen dieselbe kann viel wirksamer und durch ein einfacheres Mittel angekämpft werden als es die Pasteur'sche Schutzimpfung ist. Die Bedeutung dieser Pasteur'schen Arbeiten liegt weniger auf praktischem als auf theoretischem Gebiete, denn sie haben gelehrt, dass es möglich sei, durch bewusste Arbeit auf experimenteller Basis neue Heil-Verfahren und -Stoffe zu erfinden. In den letzten Jahren sind mehrfach solche neue Heilstoffe gegen menschliche Krankheiten angegeben worden. Die Ansichten über den wirklichen Werth derselben haben sich noch nicht geklärt. Dem einen derselben hat man sicherlich zu Anfang allzugrosse Hoffnungen entgegen gebracht. Die Enttäuschungen, welche das Fehlschlagen dieser Hoffnungen hervorgerufen hat, scheinen die Bewerthung des neueren bei manchen Personen ungünstig zu beeinflussen.

Wenn ich bei den Beziehungen, welche zwischen Bakterien einerseits und der Heilkunde andererseits bestehen, längere Zeit geweilt habe, so mag dies auch daran liegen, dass mir als Mediciner dieses Gebiet vertrauter ist. Sicher ist es aber auch, dass grade diese Beziehungen in letzter Zeit besonders eifrig und mit grossem Erfolg studirt worden sind. Auf dem medicinischen Specialgebiete der Bakteriologie haben wir sehr viel weitgehendere und tiefere Kenntnisse als auf allen anderen, bei welchen Bakterien auch betheiligt sind. Von sehr viel allgemeinerer, lieber möchte ich sagen, universellerer Bedeutung erscheinen mir jedoch die Beziehungen, welche zwischen den Bakterien und dem Boden resp. der Landwirthschaft bestehen.

Wahrscheinlich ist der Boden der ursprüngliche Wohnsitz der Bakterien. In demselben finden sie die für ihr Gedeihen förderlichsten Bedingungen. Vom Boden aus gelangen sie anscheinend mehr zufällig, wohl hauptsächlich durch das Wasser auf andere Substrate, auf denen sie dann eine Zeitlang fortzuleben vermögen. In jedem Boden, welcher auch nur die geringsten Spuren organischer Substanz zeigt, finden wir Bakterien in sehr grosser Menge. In den alleroberflächlichsten Schichten ist die Zahl derselben etwas geringer, aber nur wenige Centimeter darunter erreicht sie ganz exorbitante Grössen. Millionen von Bakterien werden regelmässig in jedem Boden gefunden. Diese Anhäufung der Bakterien im Boden bleibt

bestehen bis auf eine gewisse Tiefe, manchmal bis zu einem halben Meter. Dann nimmt die Zahl der Keime sehr rasch ab. Wenige Meter unter der Oberfläche ist der natürliche, gewachsene, nicht aufgeschüttete Boden vollständig keimfrei oder es finden sich nur ganz vereinzelte Keime darin,

Welches ist nun die Bedeutung dieser Keime im Boden. Eine allgemeine Vorstellung lehrt, dass nur die Pflanzen die Fähigkeit besitzen, gewisse höhere organische Verbindungen, wie Eiweissstoffe, Kohlehydrate, aus einfacheren Stoffen, besonders aus Salpetersäure, Kohlensäure und Wasser aufzubauen. Diese in der Pflanze gebildeten Stoffe dienen dann wiederum den Thieren zur Nahrung, welche selber diese Stoffe nicht bilden können, also zu ihrer Ernährung der Pflanzen bedürfen.

Diese Vorstellung ist im grossen und ganzen richtig, kann jedoch im Einzelnen nicht immer aufrecht erhalten werden, ebenso wenig wie jedes andere Merkmal, welches Thier und Pflanze bestimmt trennen soll. Damit nun der Pflanzenwuchs weiter bestehen kann, ist es nothwendig, dass diese höheren Verbindungen, welche in der Pflanze gebildet worden und von dieser aus in den Thierkörper aufgenommen sind, wieder zersetzt werden zu den einfachsten Verbindungen. Diese Zersetzungen werden von den Bakterien bewirkt. Bakterien also sind es, welche die Fäulniss erregen, den Stalldünger, den Mist, zersetzen und ihn so für die Ernährung der Pflanzen vorbereiten. Gelänge es, die Bakterien von diesen Substanzen fernzuhalten, so blieben sie unzersetzt und unfähig, das Pflanzenwachsthum zu befördern. In welcher Weise diese Zersetzungen auf ihren einzelnen Stufen vor sich gehen, das ist zum grössten Theil noch unbekannt. Wohl aber kennen wir einige specielle Bakterien, welche die Eigenschaft, Ammoniak in Salpetrige Säure, andere, welche diese zu Salpetersäure umwandeln können. Auch gibt es wiederum solche, welche reducirend wirken und aus Salpeter und salpetriger Säure Ammoniak bilden. So ist also von dem Leben der Bakterien die Möglichkeit des Pflanzenwuchses abhängig

Für gewisse Culturpflanzen gewinnen die Bakterien noch eine ganz specielle Bedeutung. Es ist eine den Landwirthen seit undenklichen Zeiten geläufige Thatsache, dass gewisse Culturpflanzen, Leguminosen, sehr bedeutende Mengen stickstoffhaltiger Substanzen produciren können, ohne dass denselben im Boden stickstoffhaltige Nahrung zur Verfügung steht. Ebenso kann man die Beobachtung machen, dass die Ackererde bei dem Anbau dieser Gewächse eine Bereicherung an Stickstoff erfährt, obwohl

derselben durch die Ernteproducte ziemlich bedeutende Mengen an diesem Bestandtheile entzogen werden. Man hat sich lange vergeblich bemüht, die Ursachen dieser eigenthümlichen Erscheinung zu ergründen; es blieb ein Räthsel aus welcher Quelle diese Pflanzen ihren Stickstoff beziehen. Die Thatsache ist jedoch schon lange bekannt, dass sich an den Wurzeln der Leguminosen regelmässig besonders gestaltete Knötchen bilden. Ueber die Bedeutung derselben war man sich jedoch nicht einig. Die einen hielten dieselben für normale Gebilde, welche zum physiologischen Aufbau der Pflanzen gehörten; andere sahen in ihnen gleichgültige parasitäre, andere wiederum direkt krankhafte Neubildungen. Heute ist es allgemein anerkannt, dass diese kleinen Knötchen, welche sich an den Wurzeln normalwachsender Leguminosen regelmässig finden, der Sitz von Bakterien sind. Die Entstehung dieser Knötchen wird hervorgerufen durch das Einwandern einer bestimmten Bakterienart aus dem Boden in das Innere der Pflanzen. Die Entwickelung der Wurzelknötchen steht mit dem Wachsthum und der Assimilation der ganzen Pflanze im engsten Zusammenhange. Je besser die Ausbildung der Pflanze ist, um so grösser ist die Zahl der Wurzelknötchen und umgekehrt.

Die in den Wurzelknötchen enthaltenen Bakterien sind nämlich befähigt, den Stickstoff aus der Luft aufzunehmen und in Eiweissstoffe umzuwandeln. Dieses Eiweiss wird in den Knötchen angesammelt und dient dann zu gewissen Zeiten den Pflanzen selber wieder zu ihrer Ernährung. Die Knötchen selber gehen dabei zu Grunde. Die Bakterien, in diesem Zustande werden dieselben dann auch Bakteroiden genannt, treten aus, vertheilen sich im Boden, bereichern den Stickstoffgehalt des Bodens und inficiren dann vom Boden aus wieder neue Wurzeln. Beyerinck ist es gelungen, diese Bakterien in Reinkultur zu züchten. Inficirte er mit solchen Reinkulturen Versuchspflanzen, welche in ganz sterilem Boden standen, so beobachtete er bei denselben üppiges Wachsthum mit gleichzeitiger reichlicher Bildung der Wurzelknötchen und Anreicherung des Bodens mit Stickstoff. Hielt er umgekehrt diese Bakterien dem sonst für das Wachsthum der Leguminosen geeigneten Boden fern, so entwickelten sich die Pflanzen nur kümmerlich und gingen bald zu Grunde.

Diese Fähigkeit gewisser Bakterien, reinen Stickstoff zu assimiliren und dem Pflanzenwachsthum zuzuweisen, ist von tiefgehendster Bedeutung Denn bei dem Lebensprozesse der Thiere wird aus stickstoffhaltigen Verbindungen reiner elementarer Stickstoff gebildet und abgeschieden. Würden nicht durch diese Bakterien wieder neue Stickstoffverbindungen

gebildet — eine zweite Möglichkeit hierfür existirt nur in den elektrischen Entladungen der Atmosphäre und zwar im allergeringsten Umfange — so würde nach längerer oder kürzerer Zeit sämmtlicher Stickstoff als freies Element sich in der Atmosphäre befinden und damit die organische Welt vernichtet sein.

Die Bakterien im Boden üben also einen gewaltigen Einfluss aus. Indem sie die höheren organischen Stoffe mineralisiren, bereiten sie Nährstoffe für die Pflanzen, indem sie den freien Stickstoff der Atmosphäre wieder assimiliren, verhüten sie das Verschwinden dieses wichtigsten Elementes aus der organischen Welt. Die Bakterien sind also absolut nothwendig im Haushalte der Natur; sie sind ein wichtiges Glied in der Kette der Beziehungen, in welchen die Lebewesen des Thier- und Pflanzenreiches zu einander stehen.

Aber nicht allein nothwendig sind die Bakterien für das Weiterbestehen der jetzigen Weltordnung, sondern sie machen uns auch das Leben noch weiterhin angenehm. Ohne Bakterien gäbe es keine saure Milch, keinen Käse, keine saure Gurken, kein Sauerkraut und auch keinen Rauchtabak. Gewisse Farbstoffe und Färbeverfahren verdanken wir gleichfalls der Thätigkeit der Bakterien (Lackmus, Indigo, Türkischroth). Wir wollen es den Bakterien auch zugute halten, dass nahe Verwandte derselben, die Sprosspilze, die Erreger der alkoholischen Gährung, die Erzeuger des Weines und des Bieres, sind. Auch die pathogenen Bakterien, welche den Menschen gelegentlich vom Leben zum Tode befördern, haben eine gute Eigenschaft. Die meisten derselben führen den Tod in sanfter und milder Weise herbei. Jene andere Krankheiten aber, welche ohne Beihülfe der Bakterien sterben machen, bereiten meist einen langen und qualvollen Todeskampf.
